

Resumen 2 y 3

Daniel Barrantes Esquivel - 2019390123

2.5.1 Estructura del sistema telefónico

Tan pronto como Alexander Graham Bell patentó el teléfono en 1876 (tan sólo unas cuantas horas antes que su rival, Elisha Gray), hubo una gran demanda por su nuevo invento. El mercado inicial fue para la venta de teléfonos, los cuales se vendían en pares. Le tocaba al cliente conectarlos con un solo alambre. Los electrones regresaban por tierra. Si el propietario de un teléfono deseaba comunicarse con otros n propietarios de teléfono, tenía que enlazar alambres individuales a todas las n casas. Después de un año, las ciudades se cubrieron de alambres que pasaban sobre las casas y los árboles convirtiéndose en una maraña. Bell tuvo la suficiente visión para darse cuenta de esto y formó la Bell Telephone Company, la cual abrió su primera oficina de conmutación en 1878 (en New Haven, Connecticut). La compañía colocó un alambre en la casa u oficina de cada cliente. Para realizar una llamada, el cliente debía dar vueltas a una manivela en el teléfono para producir un sonido en la oficina de la compañía de teléfonos que atrajera la atención del operador, que a continuación conectaba manualmente a quien llamaba con el receptor de la llamada por medio de un cable puenteador. Muy pronto surgieron por todas partes oficinas de conmutación del Bell System y la gente quiso hacer llamadas de larga distancia entre ciudades, de modo que el Bell System empezó a conectar las oficinas de conmutación. El problema original pronto reapareció: conectar cada oficina de conmutación con todas las demás por medio de un cable entre ellas pronto dejó de ser práctico, así que se inventaron las oficinas de conmutación de segundo nivel. Poco después, fueron necesarias múltiples oficinas de segundo nivel. Para 1890, las tres partes principales del sistema telefónico ya estaban en su lugar: las oficinas de conmutación, los cables entre los clientes y las oficinas de conmutación (a estas alturas cables de par trenzado balanceados y aislados, en lugar de cables abiertos con retorno a tierra) y las conexiones de larga distancia entre las oficinas de conmutación. Previo a la división de AT&T en 1984, el sistema telefónico fue organizado como una jerarquía de múltiples niveles, con alta redundancia, Cada teléfono tiene dos alambres de cobre que van directamente a la oficina central local de la compañía telefónica. Por lo general, la distancia va de 1 a 10 km, y en las ciudades es más corta que en las áreas rurales. Para telecomunicaciones se usan diversos medios de transmisión. En nuestros días, los circuitos locales consisten en pares trenzados, aunque en los primeros días de la telefonía eran comunes los cables no aislados espaciados a 25 cm en los postes telefónicos. Entre las oficinas de conmutación se usan ampliamente cables coaxiales, microondas y, en especial, fibra óptica. En el pasado, la transmisión en todo el sistema telefónico era analógica, con la señal de voz real transmitida como un voltaje eléctrico entre la fuente y el destino. El sistema telefónico consiste en tres componentes principales: Circuitos locales (cables de par trenzado que van hacia las casas y las empresas, Troncales (fibra óptica digital que conecta a las oficinas de conmutación), Oficinas de conmutación (donde las llamadas pasan de una troncal a otra).

2.5.3 El circuito local: módems, ADSL e inalámbrico

El circuito local se conoce también como de "última milla" (la conexión hacia el cliente), aunque la longitud puede ser de varias millas. Durante más de 100 años ha utilizado señalización analógica y es probable que continúe haciéndolo durante algún tiempo, debido al costo elevado de la conversión a digital. No obstante, el cambio se está dando incluso en este último bastión de la transmisión analógica, Cuando una computadora desea enviar datos digitales sobre una línea analógica de acceso telefónico, es necesario convertir primero los datos a formato analógico para transmitirlos sobre el circuito local. La señalización analógica consiste en la

variación del voltaje con el tiempo para representar un flujo de información. Si los medios de transmisión fueran perfectos, el receptor recibiría exactamente la misma señal enviada por el transmisor. Las líneas de transmisión tienen tres problemas principales: atenuación, distorsión por retardo y ruido.

Modem

Debido a los problemas antes mencionados, en especial al hecho de que tanto la atenuación como la velocidad de propagación dependen de la frecuencia, es indeseable tener un rango amplio de frecuencias en la señal. Estos efectos hacen que la señalización de banda base (CC, corriente continua) sea inadecuada, excepto a velocidades bajas y distancias cortas. La señalización de CA (corriente alterna) se utiliza para superar los problemas asociados a la señalización de CC, en especial en las líneas telefónicas. Se introduce un tono continuo en el rango de 1000 a 2000 Hz, llamado portadora de onda senoidal. En la modulación de amplitud se usan dos niveles diferentes de amplitud para representar 0 y 1, respectivamente. En la modulación de frecuencia, conocida también como modulación por desplazamiento de frecuencia, se usan dos (o más) tonos diferentes. Es común la confusión de los conceptos ancho de banda, baudio, símbolo y tasa de bits, por lo que los definiremos a continuación. El ancho de banda de un medio es el rango de frecuencias que atraviesa al medio con atenuación mínima. La tasa de baudios es la cantidad de muestras por segundo que se realizan. Cada muestra envía una porción de información, es decir, un símbolo. Por lo tanto, la tasa de baudios y la tasa de símbolos significan lo mismo. La tasa de bits es la cantidad de información que se envía por el canal y es igual a la cantidad de símbolos por segundo por la cantidad de bits por símbolo. Todos los módems avanzados utilizan una combinación de técnicas de modulación con el propósito de transmitir muchos bits por baudio. Todos los módems modernos transmiten tráfico en ambas direcciones al mismo tiempo (mediante el uso de frecuencias distintas para las diferentes direcciones). La conexión que permite el flujo de tráfico en ambas direcciones de manera simultánea se conoce como dúplex total. La conexión que permite el tráfico en ambas direcciones, pero sólo en un sentido a la vez, se denomina semidúplex. La conexión que permite el tráfico en una sola dirección se conoce como simplex.

Líneas digitales de suscriptor

Conforme el acceso a Internet se tornaba una parte importante de su negocio, las compañías telefónicas (LECs) se dieron cuenta de que necesitaban un producto más competitivo. En respuesta comenzaron a ofrecer nuevos servicios digitales sobre el circuito local. Los servicios con mayor ancho de banda que el servicio telefónico común se denominan en ocasiones como de banda ancha, aunque en realidad el término es más un concepto de marketing que un concepto técnico específico. En un principio había muchas ofertas que se traslapaban, todas bajo el nombre general de xDSL (Línea Digital de Suscriptor). El truco para que xDSL funcione es que cuando un cliente se suscribe al servicio, la línea de entrada se conecta a un tipo distinto de conmutador, que no cuenta con el filtro, gracias a lo cual toda la capacidad del circuito local queda disponible. En esta situación, el ancho de banda artificial de 3100 Hz generado por el filtro ya no es el factor limitante, sino el medio físico del circuito local. Por desgracia, la capacidad del circuito local depende de varios factores, entre ellos su longitud, espesor y calidad general. Todos los servicios xDSL se diseñaron para que cumplieran algunos objetivos. Primero, los servicios deben funcionar sobre los circuitos locales existentes de par trenzado, categoría 3. Segundo, no deben afectar las máquinas de fax ni los teléfonos existentes de los clientes. Tercero, deben superar por mucho los 56 kbps. Cuarto, siempre deben funcionar, con sólo una tarifa mensual, no por minuto.

Circuitos locales inalámbricos

Suponga que la compañía consigue algunos clientes. ¿De qué manera la nueva compañía telefónica local, conocida como CLEC (LEC Competitiva), conectará los teléfonos y computadoras de los clientes a su flamante nueva oficina central? La adquisición de los derechos de paso necesarios y el tendido de los cables o fibras son extremadamente costosos. Muchas CLECs han encontrado una alternativa de bajo costo en lugar del tradicional circuito local con cable de par trenzado: el WLL (Circuito Local Inalámbrico). De cierta manera, un teléfono fijo que utiliza un circuito local inalámbrico se parece un poco a un teléfono móvil, pero existen tres diferencias técnicas importantes. Primera, el cliente del circuito local inalámbrico con frecuencia desea conectividad de alta velocidad a Internet, al menos similar a la de ADSL. Segunda, al nuevo cliente probablemente no le importe que un técnico de la CLEC tenga que instalar una gran antena direccional en su techo, la cual apunta a la oficina central de la CLEC. Tercera, el usuario no se mueve, con lo cual se evitan todos los problemas asociados a la movilidad y la transferencia de celdas (cell handoff). Es poco probable que los circuitos locales inalámbricos se popularicen si no surgen estándares que animen a los fabricantes a producir equipo y que aseguren a los usuarios la oportunidad de cambiar de CLEC sin necesidad de comprar equipo nuevo.

2.5.4 Troncales y multiplexión

La economía de escala desempeña un papel importante en el sistema telefónico. Cuesta prácticamente lo mismo instalar y mantener una troncal de ancho de banda alto que una de ancho de banda bajo entre dos oficinas de conmutación. En consecuencia, las compañías telefónicas han desarrollado esquemas complejos para multiplexar muchas conversaciones en una sola troncal física. Estos esquemas de multiplexión se pueden dividir en dos categorías principales: FDM (Multiplexión por División de Frecuencia) y TDM (Multiplexión por División de Tiempo). En FDM el espectro de frecuencia se divide en bandas de frecuencia, y cada usuario posee exclusivamente alguna banda. En TDM los usuarios esperan su turno (en round-robin), y cada uno obtiene en forma periódica toda la banda durante un breve lapso de tiempo.

Multiplexión por división de frecuencia

Los esquemas de FDM que se emplean en el mundo están normalizados hasta cierto punto. Un estándar muy difundido es el de 12 canales de voz a 4000 Hz multiplexados dentro de la banda de 60 a 108 kHz. Esta unidad se llama grupo. La banda de 12 a 60 kHz a veces se usa para otro grupo. Muchas empresas portadoras ofrecen un servicio de líneas alquiladas de 48 a 56 kbps que se basan en este grupo. Se pueden multiplexar cinco grupos (60 canales de voz) para formar un supergrupo.

Multiplexión por división de longitud de onda

Para los canales de fibra óptica se utiliza una variante de la multiplexión por división de frecuencia llamada WDM (Multiplexión por División de Longitud de Onda). La tecnología WDM ha progresado de tal manera que ha dejado en vergüenza a la tecnología de computadoras. Cabe señalar que la razón por la que WDM es popular es que la energía de una sola fibra por lo general es de unos cuantos gigahertz debido a que en la actualidad es imposible convertir con mayor rapidez entre los medios óptico y eléctrico. Al ejecutar muchos canales en paralelo sobre diferentes longitudes de onda, el ancho de banda agregado se incrementa de manera lineal de acuerdo con el número de canales.

Multiplexión por división de tiempo

TDM puede manejarse por completo mediante dispositivos digitales y a ello se debe su popularidad en los últimos años. Desgraciadamente, sólo se puede utilizar para datos digitales. Puesto que los circuitos locales producen señales analógicas, se necesita una conversión de analógico a digital en la oficina central, en donde todos los circuitos locales individuales se juntan para combinarse en troncales.

SONET/SDH

El diseño de SONET tuvo cuatro objetivos principales. Antes que nada, SONET tenía que hacer posible la interconexión de diferentes operadores telefónicos. El logro de este objetivo requirió que se definiera un estándar de señalización con respecto a la longitud de onda, la temporización, la estructura del entramado, etcétera. Segundo, se necesitaron medidas para unificar los sistemas digitales estadounidense, europeo y japonés, todos los cuales se basaban en canales PCM de 64 kbps, pero combinados en formas diferentes (e incompatibles). Tercero, SONET tenía que proporcionar un mecanismo para multiplexar varios canales digitales. En el momento en que se creó SONET, la portadora digital de mayor velocidad que se usaba ampliamente en Estados Unidos era la T3, a 44.736 Mbps. Cuarto, SONET tenía que proporcionar apoyo para las operaciones, la administración y el mantenimiento (OAM). Los sistemas anteriores no hacían esto muy bien. Una decisión temprana fue convertir a SONET en un sistema TDM tradicional, con todo el ancho de banda de la fibra dedicado a un canal que contuviera ranuras de tiempo para los distintos subcanales.

2.7 Televisión por cable

Hay una alternativa para la conectividad de redes fija que está tomando mucha importancia: las redes de televisión por cable. Muchas personas ya tienen su teléfono y servicio de Internet a través de cable, y los operadores de cable están trabajando arduamente para incrementar su participación de mercado.

2.7.1 Televisión por antena comunal

La televisión por cable se concibió en la última parte de la década de 1940 como una forma de proporcionar mejor recepción a las personas que viven en las áreas rurales o montañosas. El sistema consistió inicialmente en una antena grande en la cima de una colina para captar la señal de televisión, un amplificador, llamado amplificador head end, para reforzarla y un cable coaxial para enviarla a las casas de las personas. En sus primeros años, la televisión por cable fue llamada televisión por antena comunal.

2.7.2 Internet a través de cable

A través de los años, el sistema de televisión por cable creció y los cables entre las distintas ciudades se reemplazaron por fibra de ancho de banda alto, de manera similar a lo que sucedió con el sistema telefónico. Un sistema con fibra para distancias considerables y cable coaxial para las casas se conoce como sistema HFC (Red Híbrida de Fibra Óptica y Cable Coaxial). En los años recientes, muchos operadores de cable han decidido entrar al negocio de acceso a Internet y con frecuencia también al de la telefonía. Sin embargo, las diferencias técnicas entre la planta de cable y la de telefonía tiene mucho que ver con respecto a lo que se tiene que hacer para alcanzar esas metas. Por un lado, todos los amplificadores de una vía del sistema tienen que reemplazarse por amplificadores de dos vías.

2.7.3 Asignación de espectro

Deshacerse de todos los canales de TV y utilizar la infraestructura de cable tan sólo para el acceso a Internet tal vez generaría una cantidad considerable de clientes iracundos, por lo que las compañías de cable dudan en hacer esto. Además, la mayoría de las ciudades regulan estrictamente lo que hay en el cable, por lo que podría no permitirse que los operadores de cable hagan esto aunque realmente deseen hacerlo. Como consecuencia, necesitan encontrar una manera de que las televisiones e Internet coexistan en el mismo cable.

2.7.4 Módems de cable

El acceso a Internet requiere un módem de cable, un dispositivo que tiene dos interfaces: una en la computadora y la otra en la red de cable. En los primeros años de Internet por cable, cada operador tenía un módem de cable patentado, que era instalado por un técnico de la compañía de cable. La interfaz módem a computadora es directa. En la actualidad, con frecuencia es la Ethernet a 10-Mbps (y en ocasiones es USB). En el futuro, todo el módem podría ser una pequeña tarjeta conectada en la computadora, al igual que con los módems internos V.9x.

2.7.5 ADSL en comparación con el cable

Comparemos ADSL y el cable mediante algunos puntos. Los dos utilizan la fibra óptica en la red dorsal, pero difieren en el extremo. El cable utiliza cable coaxial; ADSL, cable de par trenzado. La capacidad de carga teórica del cable coaxial es de cientos de veces más que el cable de par trenzado. Sin embargo, la capacidad máxima del cable no está disponible para los usuarios de datos porque la mayor parte del ancho de banda del cable se desperdicia en cosas inútiles; por ejemplo, en programas de televisión. Conforme un sistema ADSL adquiere usuarios, este incremento tiene muy poco efecto en los usuarios existentes, debido a que cada usuario tiene una conexión dedicada. Con el cable, conforme más personas se suscriban al servicio de Internet, el rendimiento de los usuarios existentes disminuirá. La disponibilidad es un tema en el que ADSL y el cable difieren. Todas las personas tienen teléfono, pero no todos los usuarios están lo suficientemente cerca de su oficina central local para obtener ADSL. Por otro lado, no todos los usuarios tienen cable, pero si usted tiene cable y la compañía proporciona acceso a Internet, puede obtenerlo. Debido a que es un medio de punto a punto, ADSL es inherentemente más seguro que el cable. Cualquier usuario de cable puede leer fácilmente todos los paquetes que pasen por el cable. Por esta razón, cualquier proveedor de cable que se precie de serlo encriptará todo el tráfico en ambas direcciones. Sin embargo, el hecho de que su vecino pueda obtener sus mensajes encriptados aún es menos seguro que el hecho de que no obtenga nada. La conclusión es que ADSL y el cable son tan parecidos como diferentes. Ofrecen servicios comparables y, conforme la competencia entre ellos se avive más, probablemente a precios comparables.